

# Caractérisation et modélisation de la co-évolution des réseaux de transport et des territoires

J. Raimbault<sup>1,2,\*</sup>

[juste.raimbault@iscpif.fr](mailto:juste.raimbault@iscpif.fr)

<sup>1</sup>UMR CNRS 8504 Géographie-cités

<sup>2</sup>UMR-T IFSTTAR 9403 LVMT

Soutenance de Thèse

*Institut des Systèmes Complexes*

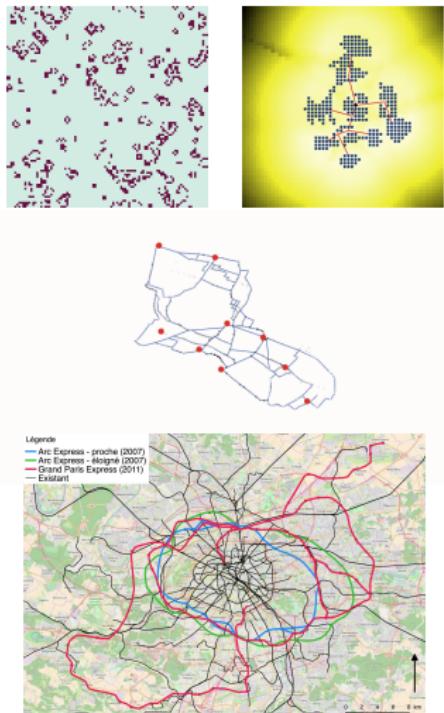
Lundi 11 juin 2018

# Une approche originale

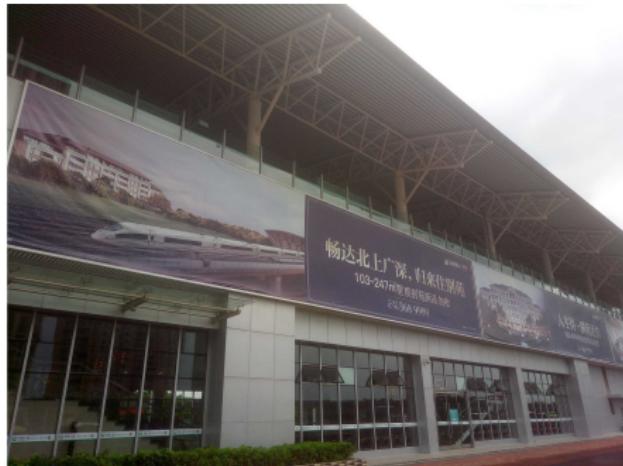
## *Parcours personnel*

- Ingénieur généraliste
- Intérêt pour l'objet ville : expériences en architecture et urbanisme, puis formation aux Ponts et Chaussées
- Une transition progressive vers les sciences humaines et la géographie, tout en gardant un ancrage fort dans les systèmes complexes

→ *Une articulation théorique et thématique structurante.*



# Interactions entre réseaux et territoires



*Observation d'interactions entre transport et ville dans le Delta de la Rivière des Perles : promotion de la grande vitesse, développement urbain ciblé autour des gares.*

# Problématique de la thèse

Des dynamiques *co-évolutives* entre réseaux de transport et territoires suggérées par de nombreux travaux (Théorie Evolutive des Villes).

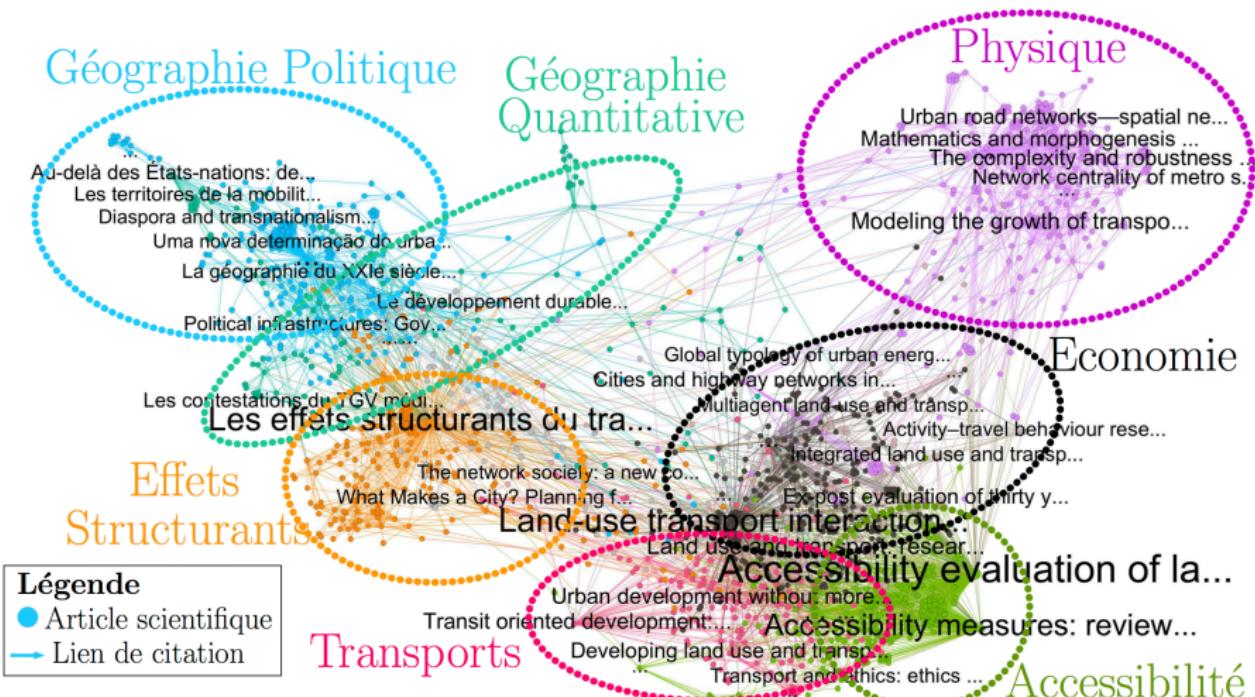
**Axe 1 :** *Comment définir et caractériser empiriquement ces dynamiques co-évolutives ?*

→ Connaissance par les seules études empiriques qui reste limitée.

**Axe 2 :** *Comment modéliser la co-évolution des réseaux de transport et des territoires ?*

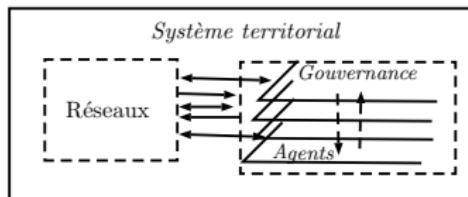
→ Utilisation de la modélisation comme outil de connaissance.

# Vers une modélisation ? Cartographie des disciplines



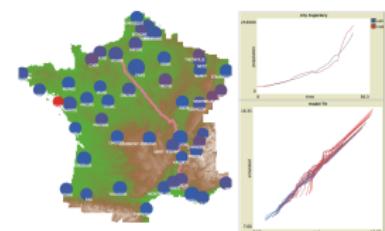
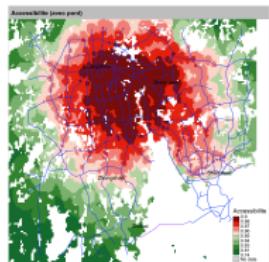
*Multiples points de vue sur les mêmes objets,  
autant de façons complémentaires de les modéliser.*

# Lecture par les domaines de connaissance

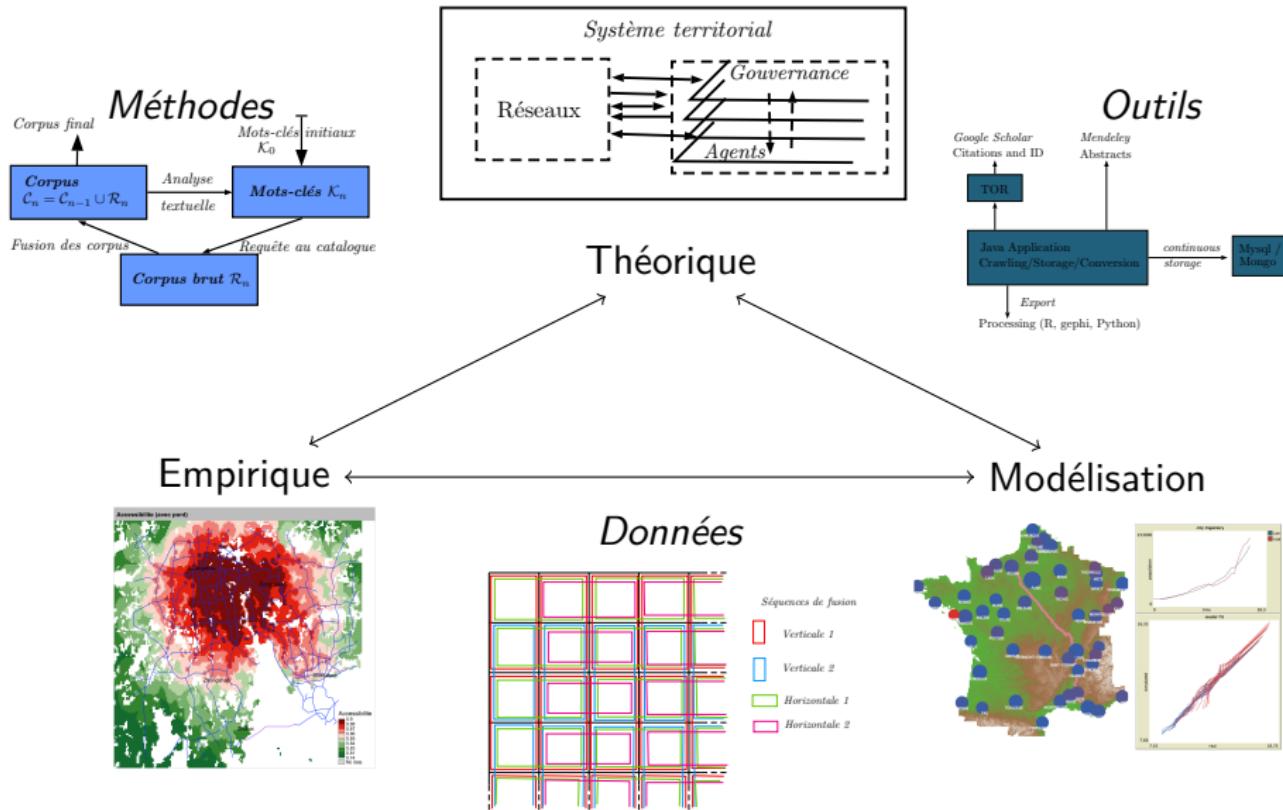


Théorique

Empirique ← → Modélisation



# Lecture par les domaines de connaissance



# Entrée théorique : définitions

## Objets :

- Villes et territoires lus au prisme de la *Théorie Evolutive des Villes*
- Réseaux de transport comme matérialisation de “projets transactionnels”, suivant la *Théorie Territoriale des Réseaux*

## Processus :

*Une définition de la co-évolution à trois niveaux :*

- ① niveau des agents
- ② niveau des populations d'agents (niches)
- ③ niveau global du système

## Entrées :

- ① Entrée empirique (niveau microscopique)
- ② Entrée par la morphogenèse (niveau de la niche)
- ③ Entrée par la théorie évolutive (niveau global)

# Entrée théorique : définitions

## Objets :

- Villes et territoires lus au prisme de la *Théorie Evolutive des Villes*
- Réseaux de transport comme matérialisation de “projets transactionnels”, suivant la *Théorie Territoriale des Réseaux*

## Processus :

*Une définition de la co-évolution à trois niveaux :*

- ① niveau des agents
- ② niveau des populations d'agents (niches)
- ③ niveau global du système

## Entrées :

- ① Entrée empirique (niveau microscopique)
- ② Entrée par la morphogenèse (niveau de la niche)
- ③ Entrée par la théorie évolutive (niveau global)

# Entrée théorique : définitions

## Objets :

- Villes et territoires lus au prisme de la *Théorie Evolutive des Villes*
- Réseaux de transport comme matérialisation de “projets transactionnels”, suivant la *Théorie Territoriale des Réseaux*

## Processus :

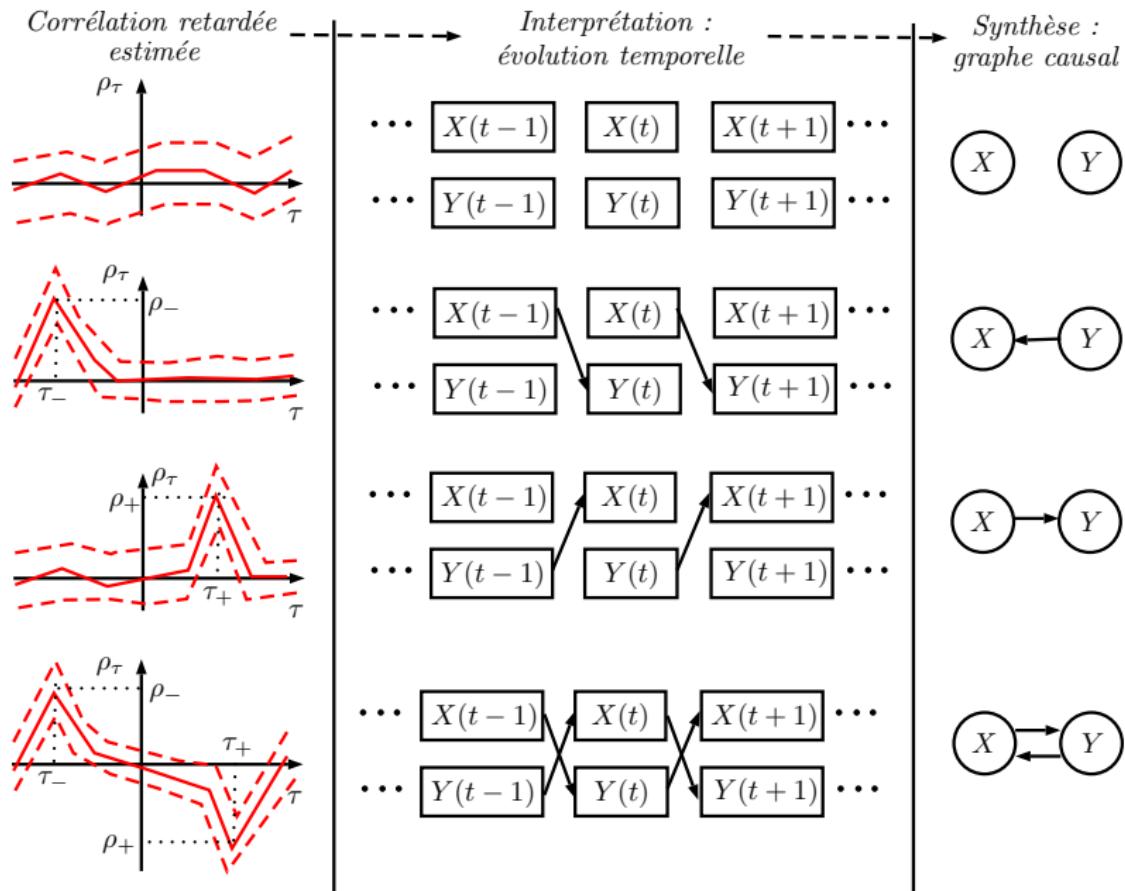
*Une définition de la co-évolution à trois niveaux :*

- ① niveau des agents
- ② niveau des populations d'agents (niches)
- ③ niveau global du système

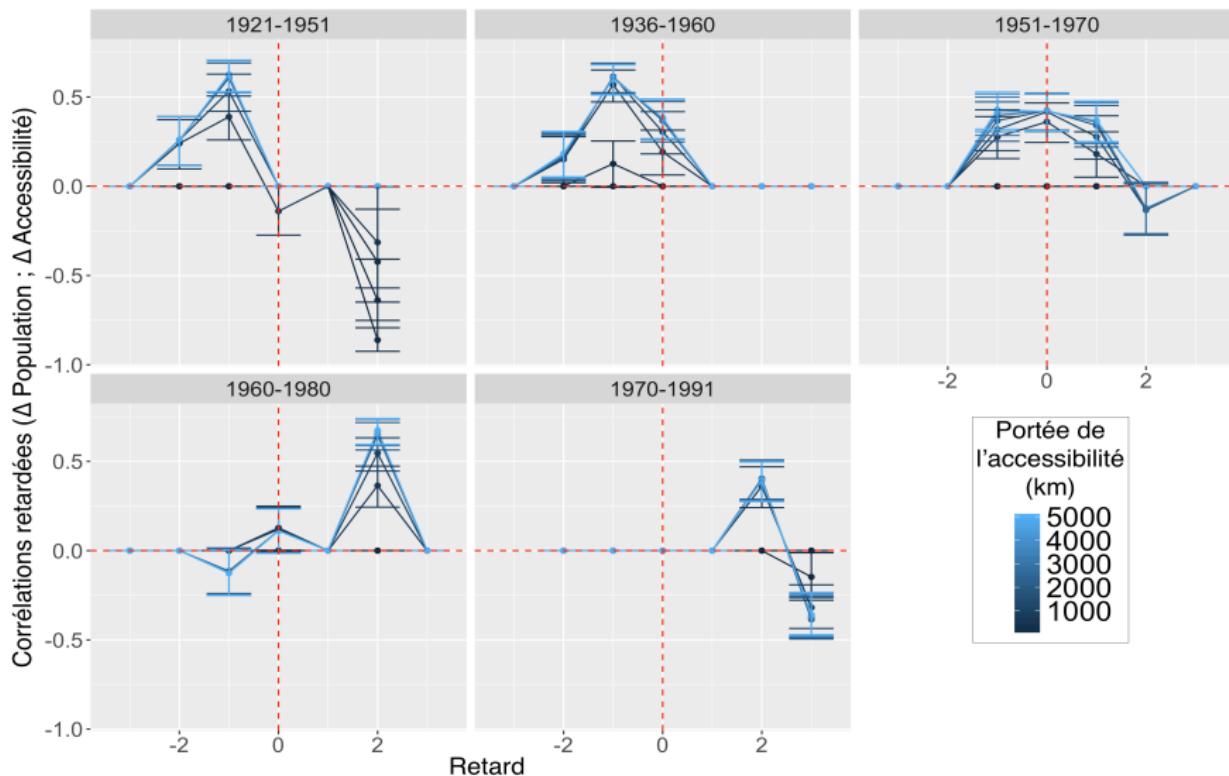
## Entrées :

- ① Entrée empirique (niveau microscopique)
- ② Entrée par la morphogenèse (niveau de la niche)
- ③ Entrée par la théorie évolutive (niveau global)

# Elaboration d'une méthode de caractérisation



# Des observations empiriques contrastées



*Inversion du sens de la causalité entre croissance des populations et de l'accessibilité ferroviaire en Afrique du Sud au cours du 20ème siècle*

## Echelle macroscopique :

- Modèles d'interaction entre villes incluant le réseau  
→ *Démonstration d'effets de réseau ; exploration des régimes d'interaction*

## Echelle mesoscopique :

- Modèle de morphogenèse couplant forme urbaine et réseau  
→ *Complémentarité de multiples processus ; calibration au premier et second ordre*
- Extension et exploration du modèle Lutecia, incluant la gouvernance du système de transport

## Echelle macroscopique :

- Modèles d'interaction entre villes incluant le réseau  
→ *Démonstration d'effets de réseau ; exploration des régimes d'interaction*

## Echelle mesoscopique :

- Modèle de morphogenèse couplant forme urbaine et réseau  
→ *Complémentarité de multiples processus ; calibration au premier et second ordre*
- Extension et exploration du modèle Lutecia, incluant la gouvernance du système de transport

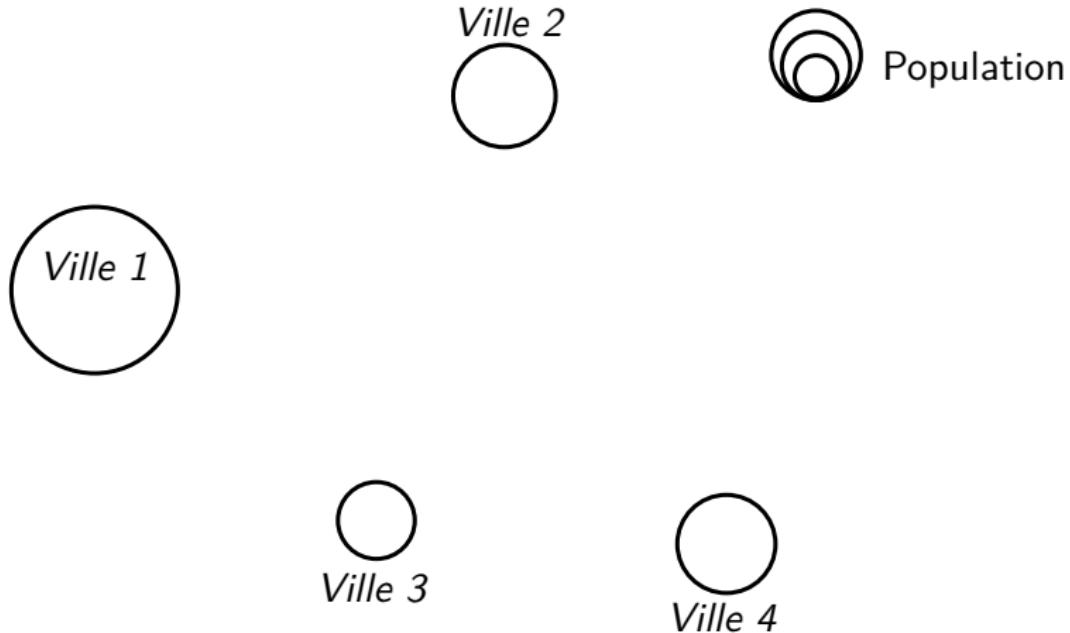
## Echelle macroscopique :

- Modèles d'interaction entre villes incluant le réseau  
→ *Démonstration d'effets de réseau ; exploration des régimes d'interaction*

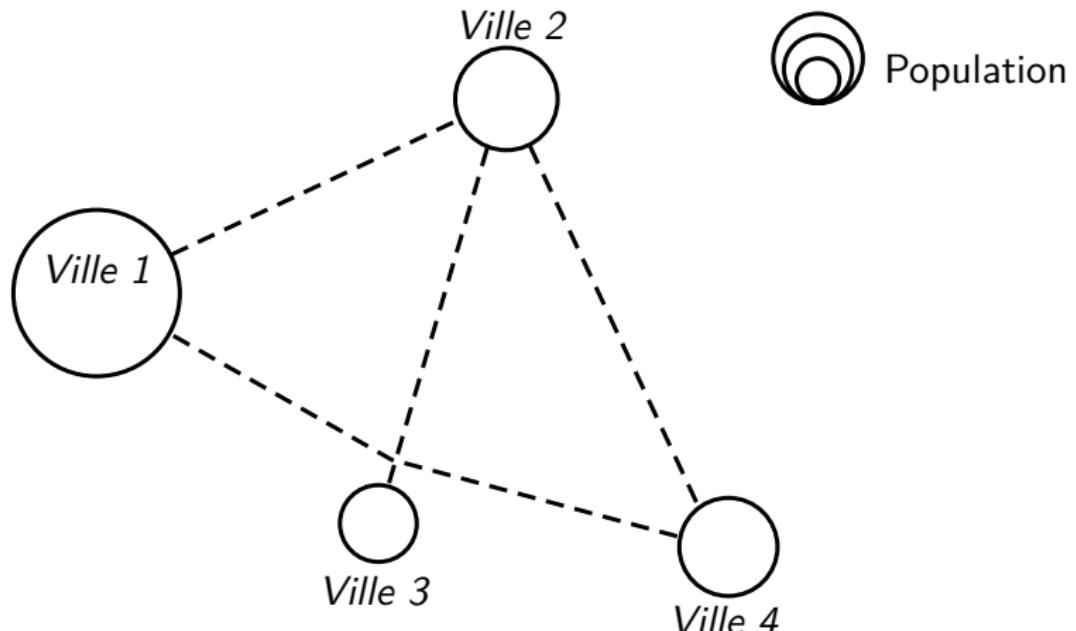
## Echelle mesoscopique :

- Modèle de morphogenèse couplant forme urbaine et réseau  
→ *Complémentarité de multiples processus ; calibration au premier et second ordre*
- Extension et exploration du modèle Lutecia, incluant la gouvernance du système de transport

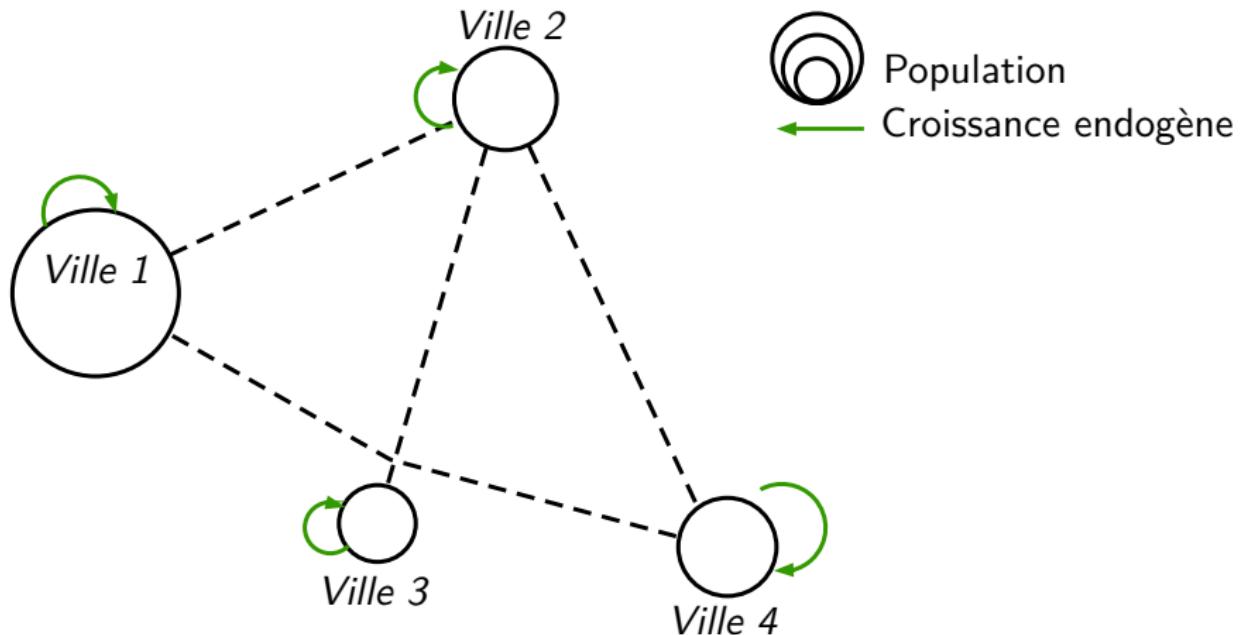
# Modèle macroscopique d'interaction



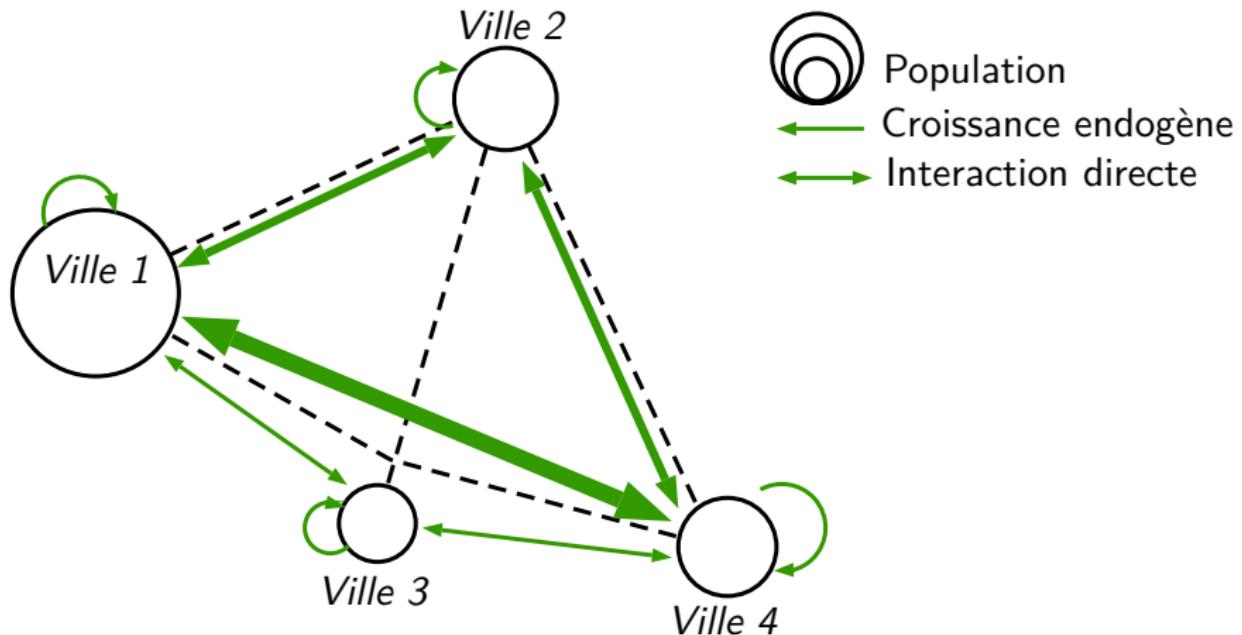
# Modèle macroscopique d'interaction



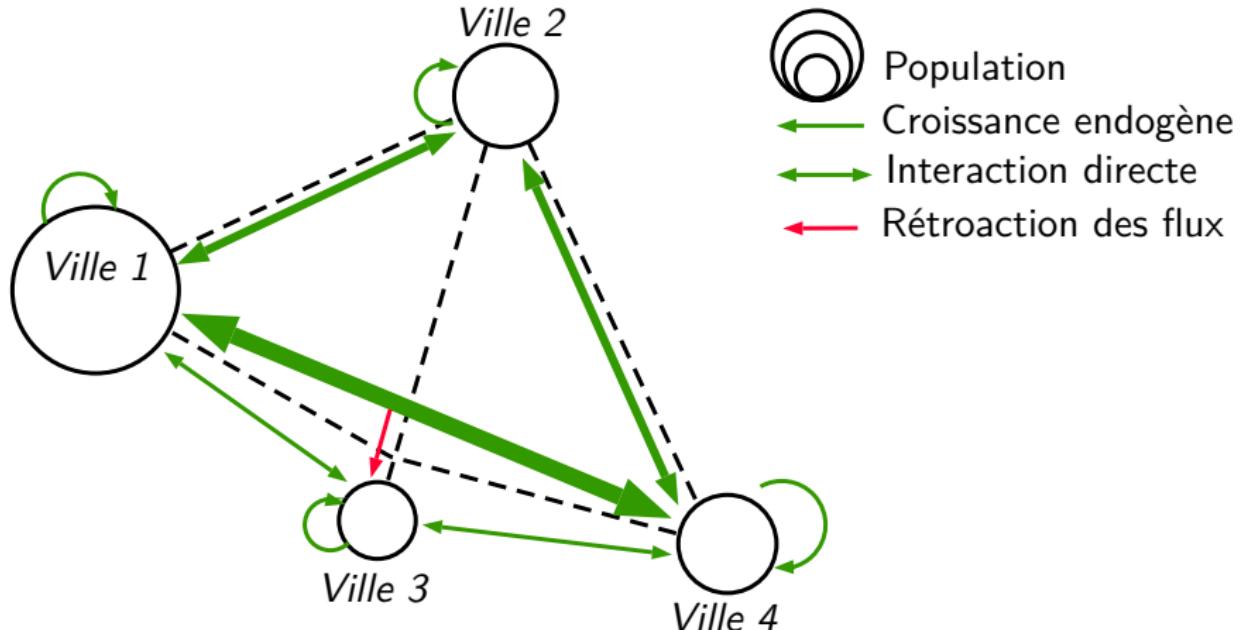
# Modèle macroscopique d'interaction



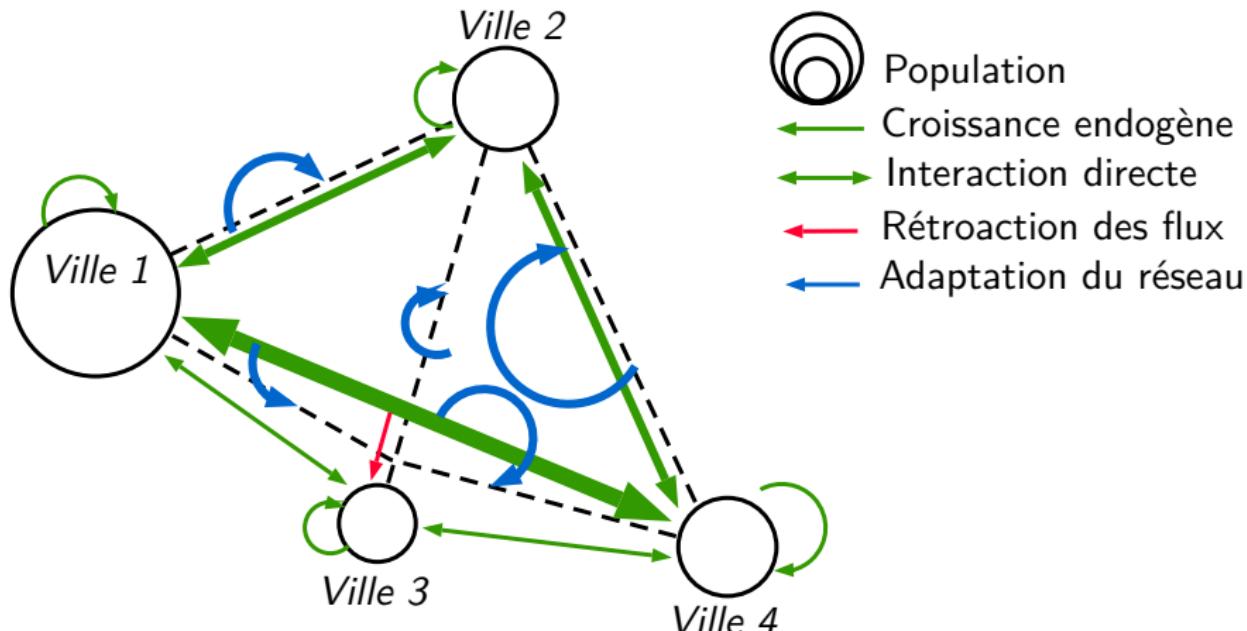
# Modèle macroscopique d'interaction



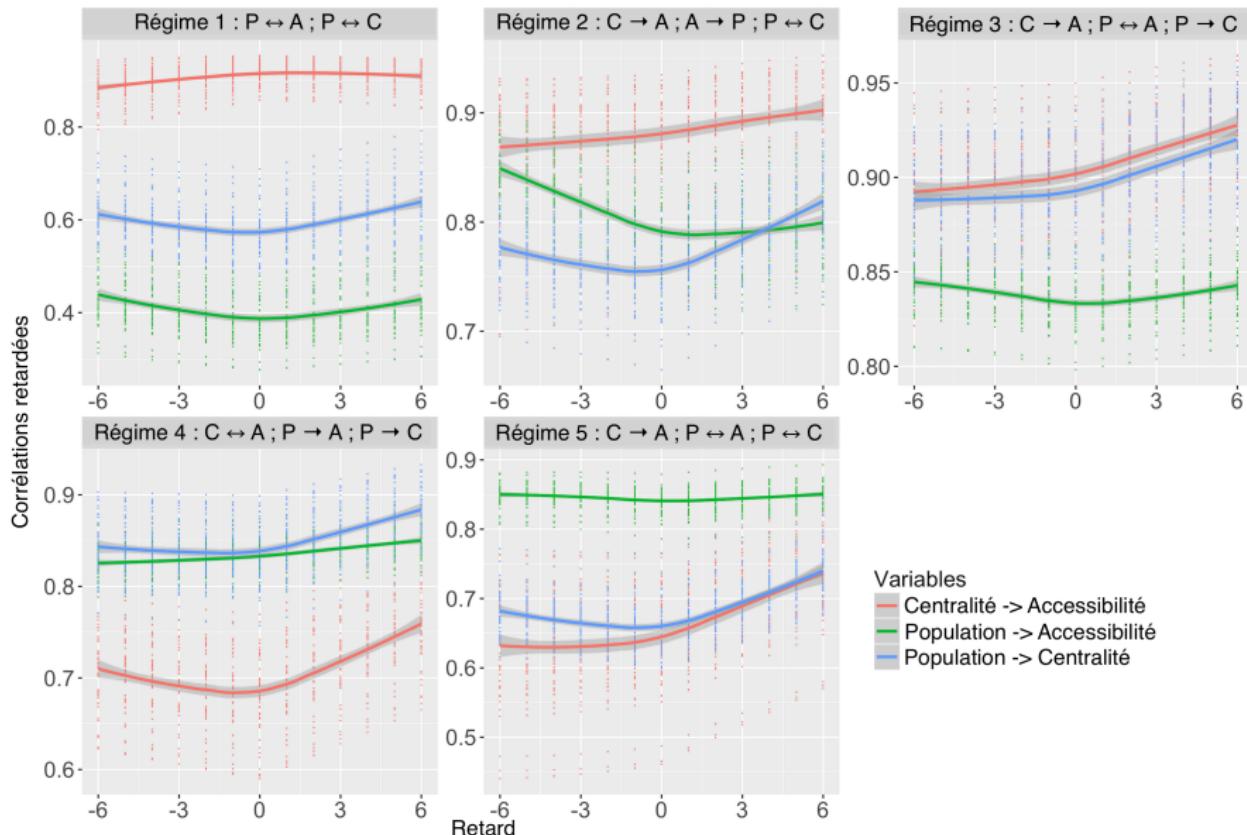
# Modèle macroscopique d'interaction



# Modèle macroscopique d'interaction

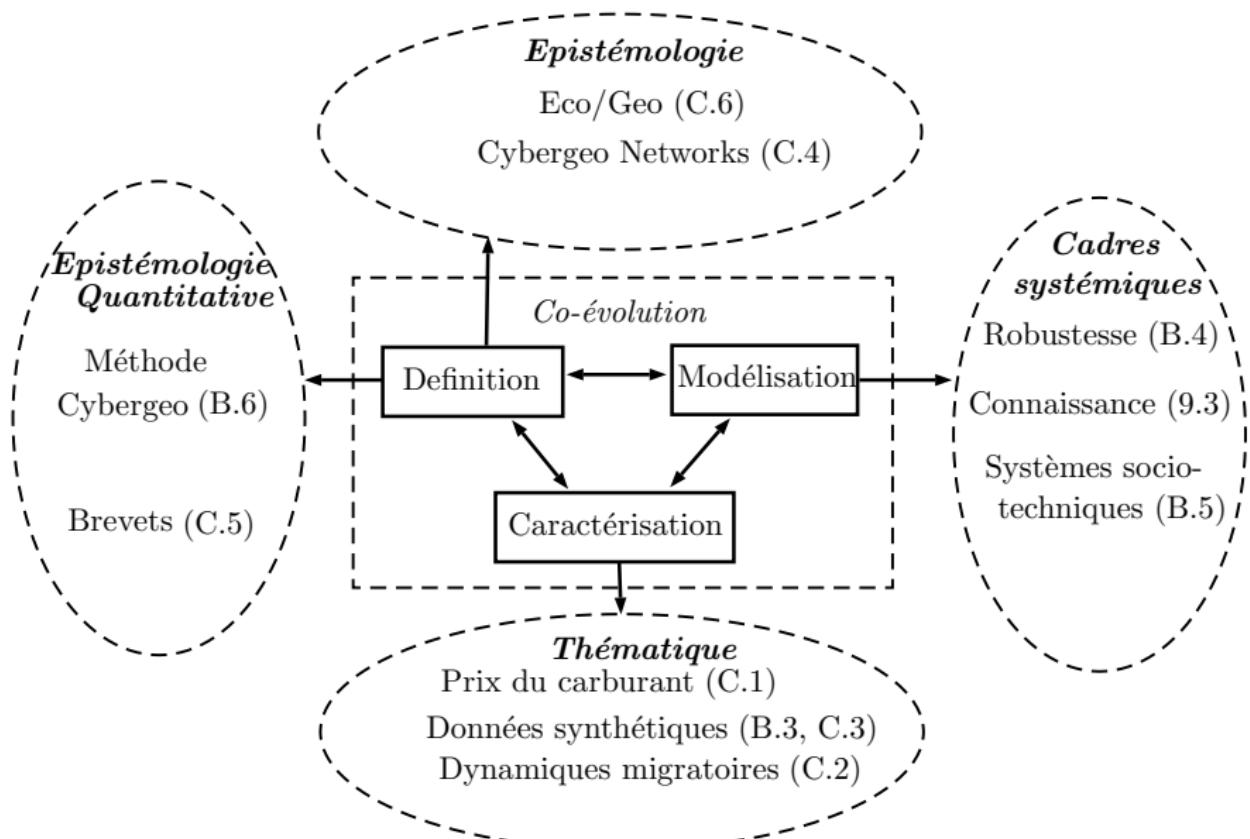


# Modèles macroscopiques : régimes de co-évolution



Multiples régimes mis en évidence dans des configurations synthétiques

# Mise en perspective



# Ouvertures

## Contributions

- *Définition* : relecture possible de la théorie évolutive, ouvre des ponts vers l'économie géographique
- *Caractérisation* : nombreuses perspectives d'applications en géographie, en sciences territoriales
- *Modélisation* : des modèles interdisciplinaires ayant vocation à être couplés et réutilisés

## Perspectives

- Adaptation de Lutecia pour le développement de méthodes d'exploration de modèles spatiaux (développement d'OpenMole)
- *Vers des théories intégrées des systèmes territoriaux* : modèles multi-échelles et couplage de la théorie évolutive avec la théorie du *Scaling*.

# Ouvertures

## Contributions

- *Définition* : relecture possible de la théorie évolutive, ouvre des ponts vers l'économie géographique
- *Caractérisation* : nombreuses perspectives d'applications en géographie, en sciences territoriales
- *Modélisation* : des modèles interdisciplinaires ayant vocation à être couplés et réutilisés

## Perspectives

- Adaptation de Lutecia pour le développement de méthodes d'exploration de modèles spatiaux (développement d'OpenMole)
- *Vers des théories intégrées des systèmes territoriaux* : modèles multi-échelles et couplage de la théorie évolutive avec la théorie du *Scaling*.